

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

```
=> s de4225834/pn
L1          1 DE4225834/PN
```

```
=> d ab
```

L1 ANSWER 1 OF 1 WPIINDEX COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

AB DE 4225834 A UPAB: 19940329

The digital control system has central controllers (2) that communicate with a number of distributed units (4) over a bus system (5). Each central unit has a memory (3) and an interface (6) together with a fault diagnosis unit (12). Each central unit connects via a bus link.

The distributed or slave units have built-in memory (10) and fault diagnosis unit (11), together with inputs (7) and outputs (8). In the event that the fault diagnosis facilities (11,12) detect failures in either the masters, slaves or bus systems, the emergency programme in memory is activated.

ADVANTAGE - Activates emergency programme for safe operation.

Dwg.1/1



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 42 25 834 A 1

(51) Int. Cl. 5:

G 05 B 9/02

G 05 B 19/05

G 08 B 21/00

G 06 F 11/30

(21) Aktenzeichen: P 42 25 834.0

(22) Anmeldetag: 5. 8. 92

(23) Offenlegungstag: 10. 2. 94

## (71) Anmelder:

Inter Control Hermann Köhler Elektrik GmbH & Co  
KG, 8500 Nürnberg, DE

## (74) Vertreter:

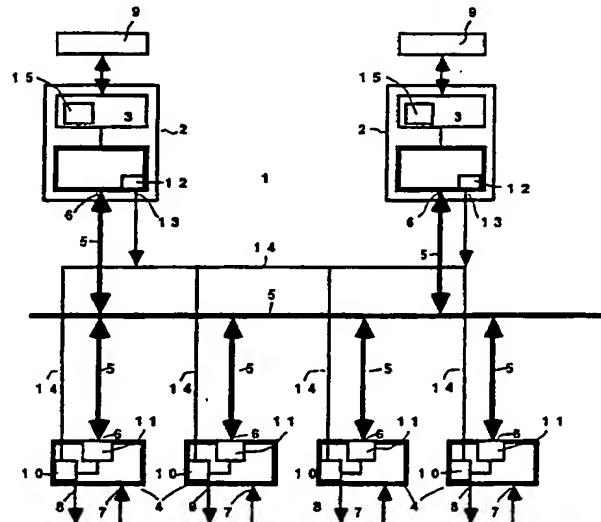
Hafner, D., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Stippl, H.,  
Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anwälte, 90482 Nürnberg

## (72) Erfinder:

Frenzel, Bernhard E., Dipl.-Ing. (FH), 90559  
Burghann-Schwarzenbach, DE; Eggebrecht, Frank,  
Dipl.-Ing., 90518 Altdorf, DE

## (54) Speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung

(55) Die Erfindung betrifft eine speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung 1 für dezentral ansteuerbare Maschinenelemente und Anlagenteile mit mindestens einer zentralen Steuereinheit 2 (Master), mit einer ersten Speichereinrichtung 3, mindestens einer von der zentralen Steuereinheit (Master) abhängigen Untereinheit 4 (Slave), die über mindestens ein Bus-Leitungssystem 5 mit der mindestens einen zentralen Steuereinheit 2 (Master) verbunden ist, neben einer Bus-Schnittstelle 6 weitere digitale und/oder analoge Ein/Ausgänge 7, 8 zum Anschluß von angesteuerten Einheiten (Motoren, Sensoren, Ventilen, Aktoren) der Maschinen und Anlage aufweist sowie mindestens eine weitere Speichereinrichtung 10 umfaßt, wobei die Steuerungseinrichtung 1 mindestens eine Fehleranalyseinrichtung 11, 12 aufweist, durch die bei Auftreten eines Defektes der zentralen Steuereinheit 2 (Master) und/oder des Busleitungssystems 5 und/oder der Untereinheit 4 (Slave) ein in der weiteren Speichereinrichtung 10 abgelegtes Notlaufprogramm startbar ist.



DE 42 25 834 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 93 308 066/141

DE 42 25 834 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1. Speicherprogrammierbare Steuerungseinrichtungen sind in unterschiedlichen Ausführungen bekannt und werden beispielsweise zur Ansteuerung von Maschinen oder Anlageteilen wie Motoren, Sensoren, Ventilen, Aktoren, Stellgliedern, Anzeigen und Bedieneinheiten und dergleichen verwendet. Durch derartige speicherprogrammierbare Steuerungsanlagen können auch relativ komplizierte Steuerungsabläufe abgespeichert und bei Bedarf an die angesteuerten Vorrichtungen abgegeben werden, wodurch sich auch komplizierteste Steuerungsablaufstrukturen auf sichere Weise durchfahren lassen.

Bekannte Einrichtungen der vorbezeichneten Art weisen in der Regel zunächst eine zentrale Steuereinheit — genannt Master — auf, die über ein Bus-Leitungssystem mit mindestens einer von der zentralen Steuereinheit abhängigen Untereinheit verbunden ist. Dazu weist die abhängige Untereinheit (Slave) neben einer üblichen Busschnittstelle weitere digitale und/oder analoge Ein/Ausgänge auf, die die anzusteuernden Einheiten wie Motoren, Sensoren oder dergleichen der Maschinen und Anlageteile angeschlossen werden können.

Darüber hinaus sind speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtungen nach dem Stand der Technik mit einem Speicher versehen, in welchem Programme und Unterprogramme zur Steuerung des Programmablaufes abgelegt werden können.

Tritt nun bei den Einrichtungen nach dem Stand der Technik in irgendeinem Einrichtungsteil eine Störung auf, beispielsweise eine Unterbrechung der Busverbindung, ein Ausfall des Master- oder Slave-Prozessors und dergleichen, ist ein sicherer Betrieb der durch die digitale Steuerungseinrichtung angesteuerten Maschine oftmals nicht mehr möglich. Man stelle sich vor, die digitale Steuerungseinrichtung dient zur Steuerung eines Krans, der gerade empfindliche und schwere Lasten fördert, dann kann ein Ausfall — beispielsweise des Masters zu Fehlschaltungen führen, die unter Umständen große Gefahrenzustände im Bereich des Krans herbeiführen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1 derart weiterzubilden, daß im Falle unterschiedlicher Einrichtungsstörungen Gefahrenzustände im Bereich der durch die Steuerungseinrichtung gesteuerten Maschine oder Anlage mit Sicherheit vermieden werden. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 dadurch gelöst, daß die Steuerungseinrichtung mindestens eine Fehleranalyseinrichtung aufweist, die bei Auftreten eines Defektes der zentralen Steuereinheit und/oder der Busverbindung und/oder der Untereinheit den Defekt ermittelt, analysiert und für den Start eines in der weiteren Speichereinrichtung abgelegten Notprogrammes sorgt.

Als Kern der Erfindung wird es mithin angesehen, zunächst eine Fehleranalyse-Einrichtung vorzusehen. Die Fehleranalyse-Einrichtung kann mehrere separate oder zusammenwirkende Fehleranalyseinrichtungselemente aufweisen, beispielsweise eine Fehleranalyse-Einrichtung am Master, eine weitere am Slave und eine Dritte im Verbindungsbereich zwischen Master und Slave, die entweder laufend oder mit gewissen Intervall-

len die zwischen Master und Slaves gewechselten Telegramme überprüfen und auf Vollständigkeit und Richtigkeit auswerten.

Wird nun entweder über eine oder mehrere Fehleranalyseeinrichtungsteile ein Defekt im Gesamtsystem geortet, dann wird — völlig losgelöst von den jeweils gerade ablaufenden Master oder Slaveaktionen — ein Notprogramm gestartet, das unbeeinflußbar durch die Defektsituation abläuft und die an die Steuerungseinrichtung angeschlossene Maschine so steuert, daß Gefahrenzustände vermieden werden und die Anlage bzw. Teile der Anlage in eine sichere Ruhelage bringt. Im Falle des oben erwähnten Krans können z. B. mehrere Notprogramm-gesteuerte Maßnahmen zur Lastensicherung und Absenkung getroffen werden, bedeutungsvoll ist, daß die Notprogramme auf die jeweiligen angeschlossenen Maschinen abgestimmt sind und völlig losgelöst vom Hauptprogramm niedergelegt werden, um bei einer Hauptprogrammstörung ein sicheres Zurückfahren der angeschlossenen Maschine in einen gefahrenfreien Zustand gewährleisten können.

Weist die speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung mehrere Untereinheiten auf, wie dies in der Regel vorgesehen ist, so soll jede Untereinheit eine gesonderte Fehleranalyseinrichtung aufweisen, deren Fehlerausgang mit einem Notlaufprogramm-Starteingang des zugeordneten weiteren Speichers verbunden ist. Zweckdienlicherweise ist der zugeordnete weitere Speicher in der Untereinheit enthalten, damit der Notprogrammbetrieb im Falle eines Defektes im Bereich der jeweiligen Untereinheit nur begrenzt im Bereich dieser Untereinheit abläuft. Tritt hingegen ein Masterdefekt oder ein Defekt im Bussystem auf, wird dies von allen Fehleranalyseinrichtungen in allen Untereinheiten registriert, die Gesamtheit aller Notlaufprogramme wird dann gestartet und sichert die Maschine oder Anlage.

Vorteilhafterweise sind die Notlaufprogramme zunächst zumindest zum Teil in der ersten Speichereinrichtung der zentralen Steuereinheit abgelegt. Sie können während einer Programmstartphase in die Speichereinheiten der Untereinheiten umgeladen werden. Dadurch ist eine zentrale Programmierung der Notprogramme über die Zentraleinheit möglich. Es ist aber auch möglich, daß die Notlaufprogramme zumindest zum Teil in den Untereinheiten abgelegte Festprogramme sind, sofern die Untereinheiten immer einen bestimmten Maschinenteil zugeordnet sind.

Es kann auch besonders vorteilhaft sein, wenn als Bus-Teilnehmer, d. h. sowohl die zentrale Steuereinheit bzw. zentrale Steuereinheiten (Master) und die abhängigen Untereinheiten (Slaves) "laufend Lebenszeichen" von sich geben, was beispielsweise als Impulsfolge, serielle Dateninformation oder dergleichen geschehen kann. Fällt nun einer der Teilnehmer aus, wird dies von der Fehleranalyseinrichtung bemerkt. Im Falle eines Masterdefektes übernehmen alle Slaves ihre zugewiesenen Notfunktionen. Fällt ein Slave aus, kann der Master anderen Slaves Funktionen oder Programm zuordnen, um den ausgefallenen Slave zu substituieren oder zumindest zu unterstützen.

Zur Überprüfung der Notprogramme bzw. der entsprechenden Notlaufsituation der Maschine kann es zweckdienlich sein, wenn während der Startprogrammphase jedes Notlaufprogramm mindestens einmal komplett durchlaufen wird und im Maschinenelementbereich durch Sensoren die Richtigkeit und Vollständigkeit der Notlaufprogramm überprüft und bei

ordnungsgemäßem Verlauf der Notlaufprogramme ein Freigabesignal für den Programmstart abgegeben wird. Durch eine derartige Maßnahme wird vermieden, daß Fehler, die sich in die Notlaufprogramme eingeschlichen haben, während des Ablaufes des Hauptprogrammes unbemerkt vorliegen und im Notlauffall Gefahren und Schäden im Bereich der gesteuerten Anlagen herbeiführen.

Es kann auch vorteilhaft sein, wenn die zentrale Steuereinheit einen Fehlersignalgenerator aufweist, der bei Auftreten eines Fehlers in der zentralen Steuereinheit ein Fehlersignal an die Untereinheiten zum Starten der Notlaufprogramme abgibt. Das Fehlersignal kann entweder über den Bus zu den Untereinheiten geführt werden, es ist aber auch möglich, gesonderte Fehlersignalleitungen vorzusehen, über die das Fehlersignal an die Untereinheiten abgegeben wird. Damit wird vermieden, daß im Falle eines zusätzlichen Busdefektes die Fehlersignale nicht die adressierten Untereinheiten erreichen und ein Starten des jeweiligen Notprogrammes unterbleibt.

Die Erfindung ist anhand eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt:

Eine schematische Darstellung einer speicherprogrammierbaren digitalen Steuerungseinrichtung nach der Erfindung.

Die in der Zeichnungsfigur dargestellte speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung 1 weist zunächst zentrale Steuereinheiten 2 mit einer ersten Speichereinrichtung 3 sowie von den zentralen Steuereinheiten 2 unabhängige Untereinheiten 4 auf, die über ein Bus-Leitungssystem 5 mit den zentralen Steuereinheiten 2 in Verbindung stehen. Dazu weisen sowohl die zentralen Steuereinheiten 2 als auch die Untereinheiten 4 Bus-Schnittstellen 6 auf, an die die Konnektoren des Bus-Leitungssystems 5 anschließbar sind.

An den Untereinheiten 4 sind ferner digitale und/oder analoge Eingänge 7 sowie Ausgänge B vorgesehen, an die Motoren, Sensoren, Ventile, Aktoren von Maschinen und Anlagenteilen angeschlossen werden können, die über die Steuerungseinrichtung 1 gesteuert werden.

Mit den zentralen Steuereinheiten 2 sind beim dargestellten Ausführungsbeispiel Eingabevorrichtungen 9 vorgesehen, die zur Dateneingabe bzw. -änderung in 45 den zentralen Steuereinheiten dienen.

Ferner sind weitere Speichereinrichtungen 10 im Bereich der Untereinheiten 4 vorgesehen.

Erfindungsgemäß weist die Steuereinrichtung 1 Fehleranalyseinrichtungen 11, 12 auf, die bei Auftreten eines Defektes entweder der zentralen Steuereinheiten 2 oder im Bereich des Bus-Leitungssystems und/oder im Bereich der Untereinheiten 4 ein in der weiteren Speichereinrichtung 10 abgelegtes Notlaufprogramm starten, durch welches eine Betriebszustandssicherung der an die Steuerungseinrichtung 1 angeschlossenen Maschine oder Anlage vollzogen wird.

Die Fehleranalyseinrichtungen 11 sind gesonderte, in jeder einzelnen Untereinheit 4 angeordnete Fehleranalyseinrichtungen, die die über eine Vergleichereinrichtung an den Bus-Schnittstellen 6 anliegende Datentelegramme mit abgespeicherten Telegrammustern vergleichen und die Zulässigkeit und Vollständigkeit der anliegenden Telegramme somit überprüfen können.

Wird in diesem Bereich irgendeine Unregelmäßigkeit 65 , sei sie durch einen Masterdefekt oder durch einen Bus-Leitungssystemdefekt verursacht, ermittelt, wird das Notlaufprogramm gestartet. Auch ist jede Fehleranaly-

seinrichtung 11 geeignet, eine untereinheiteninterne Überprüfung vorzunehmen. Treten mithin Defekte auf, die durch die Untereinheiten verursacht werden, wird auch das Notlaufprogramm gestartet, das im Bereich 5 der weiteren Speichereinrichtung 10 abgelegt ist.

Die mit 12 bezeichneten Fehleranalyseinrichtungen im Bereich der zentralen Steuereinheiten sind geeignet, Fehler im Bereich der zentralen Steuereinheiten zu erkennen und im Falle eines solchen Fehlers die entsprechenden Notlaufprogramme einzuschalten. Die Fehleranalyseinrichtungen 12 sind als Fehlersignalgenerator ausgebildet, deren Ausgang 13 über eine Fehlersignalleitung 14 mit den Untereinheiten verbunden ist. Dadurch kann unbeeinflußt von dem Bus-Leitungssystem, das in den weiteren Speichern 10 abgelegte Notlaufprogramm, das für jede Untereinheit individuell zugeschnitten sein kann, gestartet werden.

Vorteilhafterweise sind die Notlaufprogramme zumindest zum Teil in der ersten Speichereinrichtung 3 der zentralen Steuereinheit 2 abgelegt. Sie können während einer Programmstartphase an die weiteren Speichereinheiten 10 der Untereinheiten 4 umgeladen werden und stehen dort während des Betriebes der Steuerungseinrichtung als individuell strukturierte, auf die Untereinheit bzw. auf die an diese angeschlossene Anlage für den Notfall zur Verfügung.

Es ist aber auch möglich, die Notlaufprogramme als in den Untereinheiten 4 abgelegte Festprogramme auszubilden, sofern die an die Untereinheiten angeschlossenen Apparate und Geräte dies zulassen.

Die Programmierung der Notlaufprogramme, die zunächst im Abschnitt 15 der ersten Speichereinrichtung 3 abgelegt sind, erfolgt über die Eingabevorrichtungen 9 der zentralen Steuereinheiten. Um die Programmierung und die Überwachung der Programme bzw. des Programmablaufes zu ermöglichen, können sowohl an den zentralen Steuereinheiten 2 als auch an den Untereinheiten 4 Monitore und dgl. vorgesehen sein.

#### 40 Bezugszeichenliste

- 1 Steuerungseinrichtung
- 2 zentrale Steuereinheit
- 3 Speichereinrichtung
- 4 Untereinheit
- 5 Bus-Leitungssystem
- 6 Bus-Schnittstelle
- 7 Eingang
- 8 Ausgang
- 9 Eingabevorrichtung
- 10 weitere Speichereinrichtungen
- 11 Fehleranalyseinrichtung
- 12 Fehleranalyseinrichtung
- 13 Ausgang
- 14 Fehlersignalleitung
- 15 Abschnitt

#### Patentansprüche

1. Speicherprogrammierbare digitale Steuerungseinrichtung (1) für dezentral ansteuerbare Maschinenelemente und Anlagenteile mit
  - mindestens einer zentralen Steuereinheit (2) (Master) mit einer ersten Speichereinrichtung (3);
  - mindestens einer von der zentralen Steuereinheit (Master) abhängigen Untereinheit (4) (Slave), die

- über mindestens ein Bus-Leitungssystem (5) mit der mindestens einen zentralen Steuereinheit (2) (Master) verbunden ist.
- neben einer Bus-Schnittstelle (6) weitere digitale und/oder analoge Ein/Ausgänge (7, 8) 5 zum Anschluß von angesteuerten Einheiten (Motoren, Sensoren, Ventilen, Aktoren) der Maschinen und Anlage aufweist sowie
- mindestens eine weitere Speichereinrichtung (10) umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungseinrichtung (1) mindestens eine Fehleranalyseinrichtung (1, 12) aufweist, durch die bei Auftreten eines Defektes der zentralen Steuereinheit (2) (Master) und/oder des Busleitungssystems (5) und/oder der Untereinheit (4) (Slave) ein in der weiteren Speichereinrichtung (10) abgelegtes Notlaufprogramm startbar ist. 10
- 2. Steuerungseinrichtung nach Anspruch 1 mit mehreren Untereinheiten (4) (Slaves), dadurch gekennzeichnet, daß jede Untereinheit (11) (Slave) eine gesonderte Fehleranalyseinrichtung aufweist, deren Fehlerausgang mit einem Notlaufprogrammstarteingang des zugeordneten weiteren Speichers (10) verbunden ist. 15
- 3. Steuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehleranalyseinrichtung (1) mindestens eine Vergleichereinrichtung umfaßt, die an der Bus-Schnittstelle (6) anliegende Datentelegramme mit abgespeicherten Telegrammmustern vergleicht und die Zulässigkeit und Vollständigkeit der anliegenden Telegramme überprüft. 20
- 4. Steuerungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Notlaufprogramme zumindest zum Teil in der ersten Speichereinrichtung (3) der zentralen Steuereinheit (2) (Master) abgelegt sind und während einer Programmstartphase in die Speichereinheit(en) (10) der Untereinheit(en) (4) umgeladen 25 werden. 30
- 5. Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Notlaufprogramme in der/den Untereinheit(en) (4) abgelegte Festprogramme sind. 35
- 6. Steuereinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Programmstartphase jedes Notlaufprogramm automatisch mindestens einmal komplett durchlaufen wird und über an den durch die Notlaufprogramme angesteuerten Maschinenelementen angeordnete Sensoren die Richtigkeit und Vollständigkeit der Notlaufprogramme überprüft und bei ordnungsgemäßem Verlauf der Notlaufprogramme ein Freigabesignal für den Programmstart abgegeben wird. 40
- 7. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Steuereinheit (2) (Master) eine als Fehler-signalgenerator ausgebildete gesonderte Fehleranalyseinrichtung (12) aufweist, die bei Auftreten eines Fehlers in der zentralen Steuereinheit (2) (Master) ein Fehlersignal an die Untereinheiten (4) (Slave) zum Starten der Notlaufprogramme abgibt. 45
- 8. Steuereinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang (13) des Fehlersignalgenerators über eine Fehler signalleitung (14) mit den Untereinheiten (4) verbunden ist. 50

- 9. Steuereinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Notlaufprogramme über eine Eingabevorrichtung (9) der zentralen Steuereinheit (2) programmierbar sind. 55
- 10. Steuerungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlersignalleitung (14) als zusätzliche, Bus-abhängige Leitung ausgebildet ist. 60
- 11. Steuereinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle eines Defektes der zentralen Steuereinheit, oder einer der Untereinheiten oder des Bus-Leitungssystems einer der Slaves die Verbindung zwischen einem weiteren Slave und einer von dieser angesteuerten Einheit (Motor, Sensor, Ventil, Aktor) abschaltet. 65
- 12. Steuerungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die Fehleranalyseinrichtung ein optisches und/oder akustisches Warnsignal aktivierbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

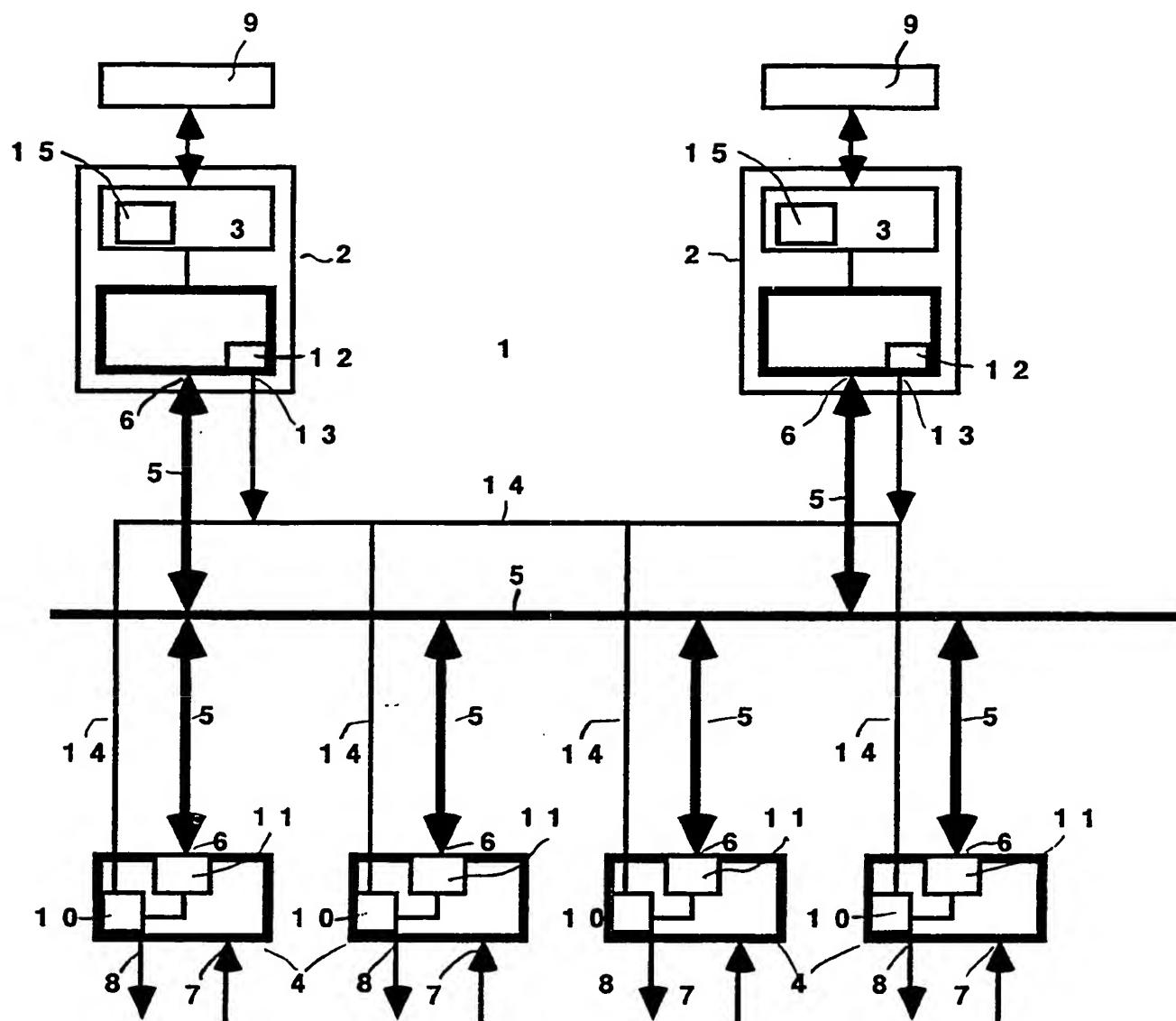


FIG. 1